

⑯ Offenlegungsschrift  
⑯ DE 44 05 552 A 1

⑯ Int. Cl. 6:  
B 29 C 47/92  
B 29 C 47/68  
B 29 D 7/01  
B 29 C 47/14

⑯ Aktenzeichen: P 44 05 552.8  
⑯ Anmeldetag: 13. 2. 94  
⑯ Offenlegungstag: 12. 10. 95

DE 44 05 552 A 1

⑯ Anmelder:  
Siebert, Martin, Dipl.-Ing., 12047 Berlin, DE

⑯ Erfinder:  
gleich Anmelder

⑯ Regelung des Schmelzestromes bei der Verarbeitung thermoplastischer Kunststoffe

⑯ Bei der Herstellung von Profilen, Folien und Hohlkörpern durch Blasverfahren werden Extruder eingesetzt, um thermoplastische Kunststoffe aufzuschmelzen und um diese anschließend kontinuierlich dem Formwerkzeug zuzuführen. Bei diesen Verfahren, besonders beim Blasen von Folien, ist von wesentlicher Bedeutung, daß die Schmelze gleichmäßig bei konstanter Temperatur und Druck dem Formwerkzeug zugeführt wird. Nach dem Stand der Technik gibt es verschiedene Möglichkeiten den Schmelzezufluß zu steuern. Als neue Methode wird erfahrungsgemäß der Einbau einer regelbaren Durchflußdrossel in die Schmelzezufuhr des Formwerkzeuges vorgeschlagen. Besonders bei der Verwendung von selbstreinigenden Schmelzefiltern durch Rückspülung kann damit die sonst erforderliche Verwendung von Schmelzepumpen umgangen werden. Die Drossel lässt sich als bauliche Einheit in das Filter integrieren. Ein weiterer Vorschlag ist, die Drossel direkt im Schmelzeauslaß des Extruders einzubauen. Die Drossel ermöglicht zusätzliche Freiheitsgrade bei den Regelungsmöglichkeiten des Extrusionsprozesses und erlaubt weitergehend eine Produktad adaptive Regelung des Gesamtprozesses. Es wird dadurch möglich, Produktionsprozesse zu vereinfachen bzw. weiteren Einsatzmöglichkeiten zugänglich zu machen.

DE 44 05 552 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 08. 95 508 041/9

5/30

Thermoplastische Kunststoffe lassen sich durch Umschmelzen verarbeiten. Neben dem Spritzgießen ist das Extrudieren von thermoplastischen Kunststoffen eine der gängigsten Verarbeitungsmethoden. Ein Extruder wird je nach Folgewerkzeugen dazu genutzt, um aus Kunststoffen Profile, Folien, Hohlkörper oder Kunststoffgranulat herzustellen. Die hier vorgeschlagene Erfindung betrifft den Bereich der Extrusion, speziell die Herstellung von Profilen, das Blasformen und die Folienherstellung, wobei im letzteren Falle besonders die Folienherstellung durch das "Folienblasen" gemeint ist.

Bei all diesen Verfahren wird der zu verarbeitende Kunststoff durch einen Extruder aufgeschmolzen und die Kunststoffschmelze dann unter Druck den entsprechenden Formwerkzeugen bzw. Extruderdüsen zugeführt. Es ist dabei wichtig, daß die Kunststoffschmelze kontinuierlich bei konstantem Druck und konstanten Fluidqualitäten den Formwerkzeugen zugeführt wird. Ist dies nicht gewährleistet, so ergeben sich unerwünschte Abweichungen der Sollmaße bei den herzustellenden Profilen, Hohlkörpern, oder Folien. Besonders das Folienblasen und die Extrusion von Profilen sind diesbezüglich empfindliche Prozesse. Unregelmäßigkeiten bei der Schmelzezufuhr können hier leicht zur Produktion von Ausschußware oder zum völligen Abbruch des Herstellungsprozesses führen. Es kann hierbei Stunden dauern, bis der Prozeß wieder optimal in Gang gebracht ist.

Das Folienblasen außerdem empfindlich bezüglich eventueller Verschmutzung der Kunststoffe bzw. der Kunststoffschmelze. Gründe hierfür sind:

- a) Verschmutzungen können die Düse des Blasformwerkzeuges stellenweise verstopfen. Dies führt zum Abbruch der Produktion und die Düse muß unter erheblichem Aufwand gereinigt werden.
- c) Verschmutzungen führen zu einem Reißen der Folie beim Gebrauch oder bereits schon während der Produktion.
- d) Verschmutzungen sind besonders bei Folien optisch auffällig.
- e) Die Sperreigenschaften von Folien werden durch Verschmutzungen beeinträchtigt.

Aus diesem Grunde werden in der Regel selbst bei der Verarbeitung von Neuware zwischen Extruder (1, Zeichnung 1) und Blasformwerkzeug (3, Zeichnung 1) Schmelzefilter (2, Zeichnung 1) eingebaut. Durch die sich im Schmelzefilter langsam aufstauenden Verunreinigungen fällt der Schmelzedruck zwischen Filter und Blasformwerkzeug allmählich ab, was zu unerwünschten Veränderungen der Produktionsbedingungen führt.

Nach dem Stand der Technik wird der Druckabfall des Schmelzedruckes  $p_2$  nach dem Filter auf zweierlei Arten kompensiert:

- a) Dem Extruder wird mehr Leistung zugeführt, wodurch sich der Druck  $p_1$  nach dem Extruder so weit erhöht, bis  $p_2$  wieder den Sollwert erreicht bzw. dieser insgesamt konstant bleibt.
- b) Es wird dem Schmelzestrom ohne Produktionsunterbrechung ständig frische Siebfläche zugeführt, wodurch sich der Druck  $p_2$  nach dem Filter konstant halten läßt. Es gibt Schmelzefilter mit unterschiedlichen Funktionsprinzipien, welche diese Aufgabe erfüllen.

Bei der Verarbeitung von Kunststoffneuware oder sortenreinen und sauberen Produktionsabfällen sind die Standzeiten der Siebe ausreichend lange, so daß der Verbrauch von Sieben wirtschaftlich kaum eine Rolle spielt. Ähnliches gilt auch, wenn sortenreines Regranulat von gebrauchten Kunststoffen verarbeitet wird, und das Regranulat bereits schon beim vorhergehenden Umschmelzen mit ausreichend feinen Sieben gefiltert wurde.

Werden jedoch gebrauchte Kunststoffe direkt zu Produkten verarbeitet, so führt trotz vorgeschalteter Wäsche ein wesentlich höherer Schmutzanteil in der Kunststoffschmelze an. Dieser führt auf Grund des hohen Siebverbrauchs bei der normalen Schmelzefiltrierung zu einem erheblichen Kostenfaktor. Aus diesem Grunde haben die einschlägigen Hersteller Schmelzefilter mit Rückstromreinigung entwickelt und dadurch die Standzeiten der Siebe wesentlich erhöht. Bei diesen Filtern (2a) wird bereits gefilterte Schmelze (Schmelzestrom:  $S_2a$ ) dazu genutzt, verschmutzte Siebe in umgekehrter Strömungsrichtung zu spülen, und um den Schmutz separat nach außen zu führen. Dieser Spülvorgang wird immer nur kurzzeitig durchgeführt. Eine ständige Spülung würde zu hohen Materialverlusten führen. Durch den Spülvorgang kommt es im Schmelzestrom hinter dem Filter zu erheblichen Druckschwankungen. Aus diesem Grunde ist es nach dem Stand der Technik ungünstig, direkt nach solch einem Filter beispielsweise eine Folienblasanlage zu betreiben. Um jedoch Altkunststoffe unter Verwendung eines selbstreinigenden Filters direkt wieder zu Produkten verarbeiten zu können, verwendet man in der Praxis Schmelzepumpen (4) (Zeichnung 2), welche zwischen Filter und Formwerkzeug eingebaut werden. Die Schmelzepumpe liefert einen konstanten Volumenstrom mit konstantem Druck  $p_3$  (Zeichnung 2) unabhängig von den Druckschwankungen auf der Eingangsseite bzw. des Schmelzestromes nach dem Filter. Der Einsatz einer Schmelzepumpe ist zwar eine komfortable aber jedoch aufwendige Lösung.

Weitere Lösungsansätze zur Vermeidung der von Filtern erzeugten Druckschwankungen werden in Patentanmeldung EP 0554237 A1 beschrieben. Hier wird bereits gefilterte Schmelze in einem Speicher bevoorratet und diese dann gezielt zur Siebspülung eingesetzt. Die Schmelzeentnahme kann dabei so gesteuert werden, daß die erzeugten Druckschwankungen nach dem Filter gering sind und dadurch das Filter direkt an Formwerkzeuge bzw. an Extruderdüsen angeschlossen werden kann, ohne dadurch die Produktion negativ zu beeinflussen. Weitere Patentanmeldungen wie EP 0517072 A1 und EP A379966 nutzen ebenfalls das Prinzip der Schmelzebevoorratung.

Das hier vorgeschlagene Verfahren löst das Problem der Schmelzedruckschwankungen nach Schmelzefiltern auf eine einfache Weise.

Es wird hierbei erfindungsgemäß (Anspruch 1) eine regelbare Drossel (5) in den Schmelzestrom zwischen Filter (2a) und Formwerkzeug (3) eingebaut (Zeichnung 3). Eine verstellbare Drossel läßt sich konstruktiv einfach realisieren (Anspruch 6, Zeichnung 5) und ist leicht zu regeln. Da die Regelstrecke keine "Totzeiten" und keine elastischen Anteile besitzt, genügt in diesem Falle schon eine einfache "P-Regelung". Die einzige Bedingung bei dieser Anordnung ist, daß der Druck  $p_2$  nach dem Filter bzw. vor der Drossel trotz aller Schwankungen immer größer ist als der eingestellte Solldruck  $p_3$  nach der Drossel (Zeichnung 3).

Die Drossel läßt sich gemäß Anspruch 2 aufgrund

ihrer geringen baulichen Abmessung problemlos mit in das Filtergehäuse integrieren. Zur Regelung der Drossel kann die Antriebshydraulik des Filters genutzt werden (Anspruch 3). Durch die Nutzung der Hydraulik lassen sich sehr schnelle Steuerzeiten der Drossel erzielen.

Zeichnung 5 zeigt als Vorrichtung eine Drossel. Die Drossel besteht im vorgeschlagenen Falle aus einer einfachen Scheibe (7), welche im Schmelzkanal (6) auf einer Achse (9) drehbar befestigt ist. Die Bohrungen (8) in der Scheibe verringern mögliche Bereiche ohne kontinuierliche Strömung vor und hinter der Drosselscheibe (Anspruch 7).

Eine weitere Variante gemäß Anspruch 4 besteht darin, die Drossel (5) direkt im Bereich des Schmelzaustrittes des Extruders (1) einzubauen (Zeichnung 4). Bei der Verarbeitung von Kunststoffheuware oder sauberen und sortenreinen Produktionsabfallen zu Profilen kann auf ein Kunststoffschmelzefilter verzichtet werden. Wesentlich ist bei diesen Verfahren, daß der Extruder auch über längere Zeiträume einen konstanten Förderstrom liefert. Um dies zu erreichen, wird beispielsweise das zu verarbeitende Granulat vortemperiert, die Füllhöhe im Einfülltrichter des Extruders möglichst konstant gehalten und, es werden Doppelschneckenextruder verwendet, welche eine volumenbezogene Zwangsförderung der Schmelze gewährleisten. Durch den Einsatz einer regelbaren Drossel läßt sich die Extrusionsanlage und der Prozeß als solcher vereinfachen. Es genügt in diesem Falle ein Einschneckenextruder, und die Randbedingungen, wie Granulattemperatur, Füllhöhe und die Granulatform müssen nicht mehr unbedingt konstant gehalten werden. Es wird möglich, Kunststoffmehl direkt zu verarbeiten, weil Schwankungen des Schmelzstromes durch wechselnde Korngrößenverteilungen und Geometrien leicht durch die Drossel kompensiert werden können. Die Drossel ermöglicht somit zusätzliche Freiheitsgrade bei den Regelungsmöglichkeiten des Extrusionsprozesses und erlaubt eine sehr schnelle Anpassung an veränderte Produktionsbedingungen. Sie kann durch Meßgrößen, welche durch den Druck im Formwerkzeug oder direkt vom herzustellenden Produkt gewonnen werden, geregelt werden und erlauben im jetzt genannten Falle eine produktadaptive Regelung des Gesamtprozesses (Anspruch 5). Als Meßgrößen können hierbei beispielsweise die geometrischen Abmessungen des Produktes oder die Strangauflaufweitung der Schmelze nach dem Austritt aus dem Werkzeug verwendet werden.

Die Drossel kann im Extruder gleichzeitig die Funktion der sonst üblichen Stauscheiben übernehmen, wodurch diese entfällt.

Das hier vorgeschlagene Verfahren ermöglicht eine äußerst kostengünstige, funktionssichere und wartungsfreie Möglichkeit zur Regelung von Schmelzestromen nach Schmelzefiltern und bei Extrudern, um bei direkt nachgeschalteten Formwerkzeugen konstante Produktionsbedingungen zu gewährleisten. Es wird dadurch möglich, Produktionsprozesse zu vereinfachen bzw. weiteren Einsatzmöglichkeiten zugänglich zu machen.

#### Bezugszeichenliste

1 Extruder	60
2 Schmelzefilter (Siebwechsler)	
2a Schmelzefilter mit Rückstromreinigung	
3 Formwerkzeug bzw. Extruderdüse (Blaskopf)	
4 Schmelzpumpe	
5 regelbare Drossel	

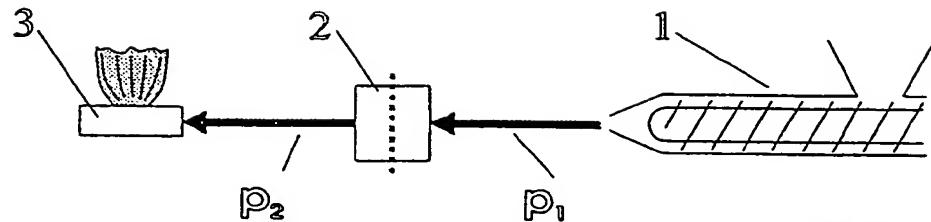
6 Schnitt durch Schmelzeleitung
7 Drosselscheibe
8 Bohrungen, gleichmäßig über die Drosselscheibe verteilt
5 p <sub>1</sub> Schmelzedruck vor dem Filter
p <sub>2</sub> Schmelzedruck nach dem Filter
p <sub>3</sub> Schmelzedruck nach Drossel oder Schmelzpumpe
p <sub>4</sub> Umgebungsdruck
10 S <sub>2a</sub> Schmelzestrom für die Rückstromreinigung der Siebe.

#### Patentansprüche

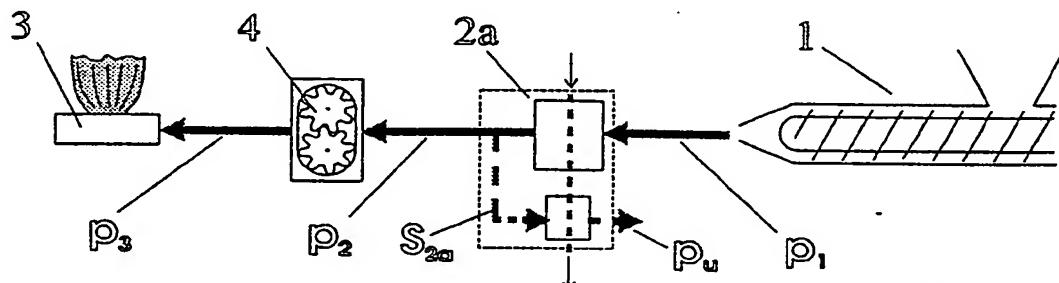
1. Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Regelung von Schmelzestromen bei der Verarbeitung von thermoplastischen Kunststoffen. Es ist dadurch gekennzeichnet, daß eine regelbare Strömungsdrossel in die Schmelzezufuhr der Formwerkzeuge bzw. Extruderdüse geschaltet wird; Formwerkzeuge oder Extruderdüsen sind beispielsweise bei der Extrusion spezielle Profilwerkzeuge, Breitschlitzdüsen oder Blasköpfe für die Folienherstellung oder Schlauchwerkzeuge zum Blasen von Hohlkörpern.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drossel in die Ausströmseite von Kunststoffschmelzefiltern eingebaut wird, bzw. mit dem Filter eine bauliche Einheit bildet.
3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß hydraulische Einrichtungen von anderen Aggregaten, zum Beispiel vom Filter, als Regelantrieb für die Drossel mitbenutzt werden.
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drossel in einen Extruder im Bereich des Schmelzaustrittes eingebaut wird.
5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Drossel durch Meßgrößen, welche direkt vom herzustellenden Produkt aufgenommen werden, geregelt wird; als Meßgrößen können beispielsweise die geometrischen Abmessung des Produktes oder die Strangauflaufweitung der Schmelze nach dem Austritt aus dem Werkzeug herangezogen werden.
6. Vorrichtung nach dem Verfahren von Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine von außen drehbare quer zur Strömungsrichtung stehende Scheibe zentral im Strömungskanal befestigt wird, und die Scheibe durch Drehung den Strömungsquerschnitt verengt bzw. aufweitet.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Scheibe Durchlaßbohrungen besitzt, welche die möglichen Bereiche ohne kontinuierliche Strömung vor und hinter der Drosselscheibe verringern.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

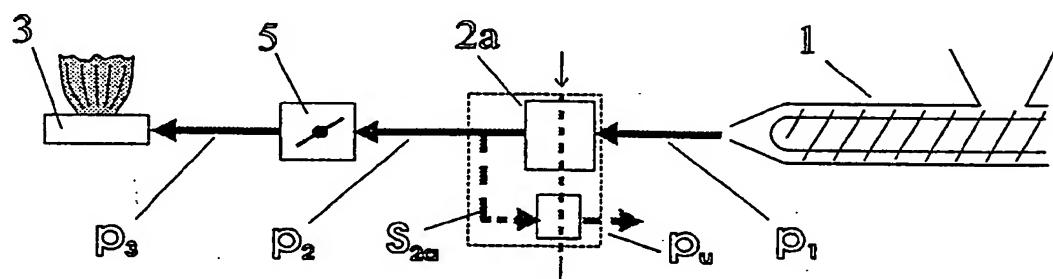
**- Leerseite -**



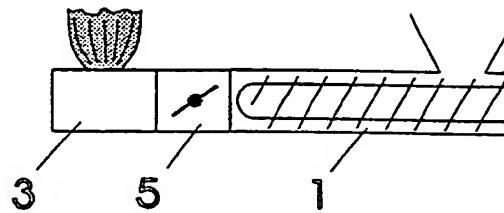
Zeichnung 1



Zeichnung 2

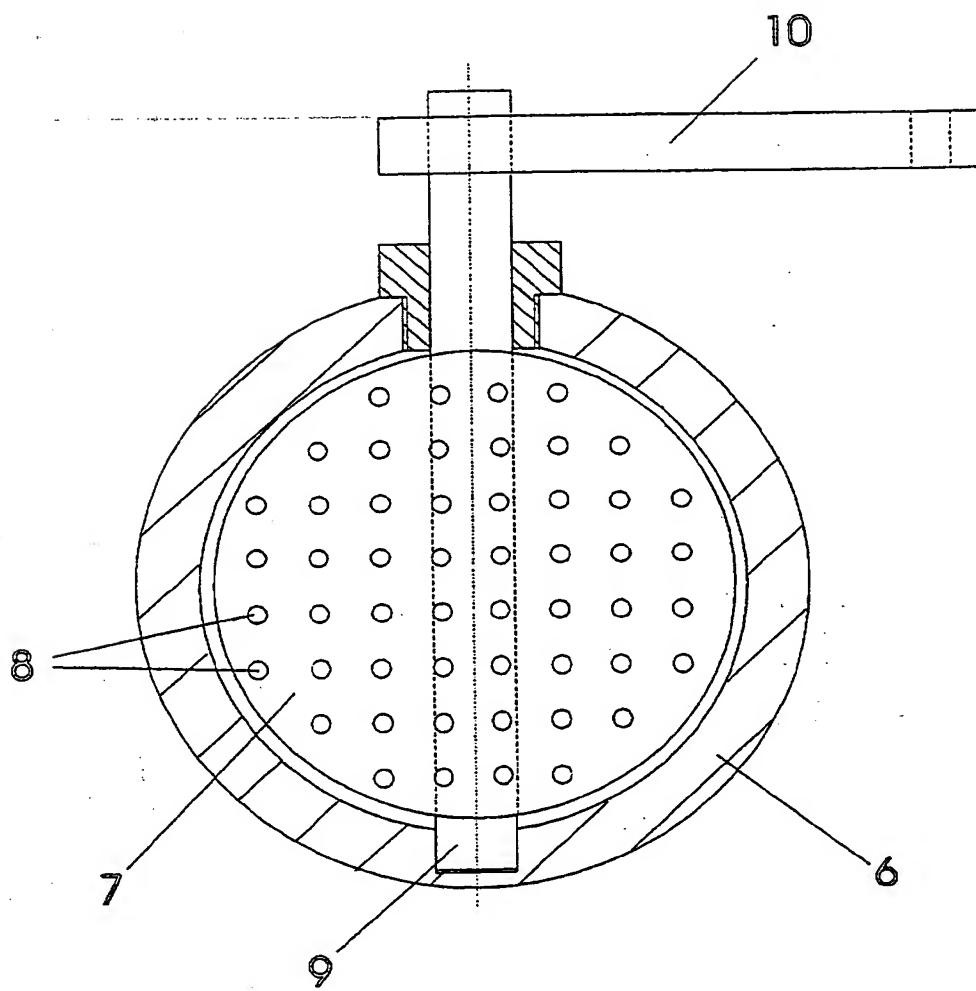


Zeichnung 3



Zeichnung 4

## Schmelzedrossel



Zeichnung 5

Blatt 2

508 041/9